



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 101 32 501.0  
22 Anmeldetag: 5. 7. 2001  
43 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

74 Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 68165  
Mannheim

72 Erfinder:  
Mattes, Patrick, Dr., 70569 Stuttgart, DE

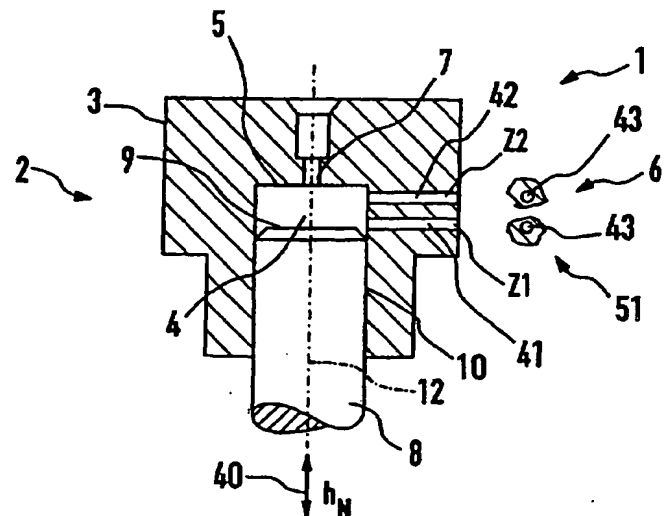
56 Entgegenhaltungen:  
JP 11-0 22 581 AA  
Mannesmann Rexroth GmbH (Hrsg.):  
Grundlagen und Komponenten der Fluidtechnik-  
Hydraulik- Lohr am Main, 2. Aufl. 1991,  
ISBN: 3-8023-0619-8, S. 242-244;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffinjektor mit einem hubabhängig veränderlichen Drosselelement

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritz-  
einrichtung für Einspritzsysteme an Verbrennungskraft-  
maschinen mit einem Servoventil (2). Das Servoventil (2)  
umfaßt ein Ventilstück (3), welches einen Steuerraum (4)  
begrenzt. Die Druckentlastung des Steuerraums (4) er-  
folgt über eine Ablaufdrossel (7), der Druckaufbau im  
Steuerraum (4) über eine Zulaufdrossel (6). Bei Druckent-  
lastung/Druckbeaufschlagung des Steuerraums (4) wird  
einer Düsennadel/Druckstangen-Anordnung (8) eine Hub-  
bewegung (11) aufgeprägt. Der Steuerraum (4) ist durch  
eine Zulaufdrossel (6) beaufschlagt, deren Querschnitt  
(43, 50) sich abhängig von Hubweg (40) der Düsennadel/  
Druckstangen-Anordnung (8) ändert.



## Beschreibung Technisches Gebiet

[0001] Bei direkt einspritzenden Verbrennungskraftmaschinen werden vermehrt Hochdruckeinspritzsysteme eingesetzt, die einen Hochdrucksammelraum (Common Rail) umfassen. Der durch eine Hochdruckpumpe beaufschlagte Hochdrucksammelraum (Common Rail) versorgt die einzelnen Kraftstoffinjektoren des Hochdruckeinspritzsystems, von denen jeweils einer einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine zugeordnet ist, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff. An die Kraftstoffinjektoren wird in zunehmendem Maße die Anforderung gestellt, den Verlauf der Einspritzung hinsichtlich der Einspritzrate derart zu formen, dass die Einspritzrate an die einzelnen Phasen der Verbrennung im Brennraum angepaßt ist, was die Emissionen der Verbrennungskraftmaschine günstig beeinflusst.

### Stand der Technik

[0002] EP 0 690 223 A2 bezieht sich auf ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Magnetventil. Die Ventilonadel des Kraftstoffeinspritzventils wird von in einem Steuerraum herrschenden Druck in Schließrichtung belastet. Das Magnetventil arbeitet derart, daß es zur Einleitung der Einspritzung eine Entlastung des Steuerzuges bewirkt, wenn der Magnet des Magnetventils erregt wird und somit die Ventilonadel des Einspritzventils unter Einwirkung des andererseits an ihr wirkenden Hochdruckes von ihrem Sitz abgehoben wird. Im Betrieb kann es gemäß dieser Lösung zu einem Schwingen des Ankers und/oder Prellen des Ventilschließglieds kommen, was insbesondere dann extrem nachteilig ist, wenn eine schnelle Schaltfolge des Magnetventils erforderlich ist und eine durch das Magnetventil gesteuerte Unterteilung der Einspritzung in eine Voreinspritzung und in einer Haupteinspritzung vorgenommen werden soll.

[0003] DE 196 50 865 A1 bezieht sich auf ein Magnetventil, dessen Magnetanker mehrteilig ausgebildet ist und eine Ankerscheibe und einen Ankerbolzen aufweist, der in einem Gleitstück geführt wird. Um ein Nachschwingen der Ankerscheibe nach einem Schließen des Magnetventils zu vermeiden, ist am Magnetanker eine Dämpfungseinrichtung ausgebildet. Mit einer solchen Einrichtung sind exakt die erforderlichen kurzen Schaltzeiten des Magnets einhaltbar. Das Magnetventil läßt sich bevorzugt bei Einspritzanlagen mit Hochdrucksammelräumen (Common Rail) anwenden. Ein Prellen des Ventilschließglieds an seinem Sitz und ein Nachschwingen des ersten Ankerteils können durch die Lösung gemäß DE 196 50 865 A1 vermieden werden, so daß das Ventilschließglied seine Schließstellung einhält und der Ankerteil nach einer gewollten ersten Ausweichbewegung schnell wieder in seine Ruhestellung fährt, bevor die Haupteinspritzung beginnt. Mit dieser Lösung ist eine Dämpfung der Ausgleichsbewegung eines Ankerteils ohne zusätzliche Teile erreichbar, indem im Bereich des Ankerteils eine Dämpfungseinrichtung ausgebildet wird.

### Darstellung der Erfindung

[0004] Die erfindungsgemäße Lösung schafft ein abhängig vom Hub veränderliches Zulaufdrossелеlement für einen Kraftstoffinjektor. Mit einem abhängig vom Hub einer Düsenadel/Druckstangenanordnung oder eines Stößels veränderlichen Drosselquerschnitt läßt sich ein variabler Düsenadel/Druckstangenhüberlauf realisieren, der eine Einspritzverlaufsformung der Einspritzung in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine zuläßt. Damit kann abhän-

gig von der Phase der Verbrennung im Brennraum der Verbrennungskraftmaschine zum Beispiel dem auftretenden Zündverzöger am Beginn der Verbrennung Rechnung getragen werden; daneben läßt sich ein exaktes Ende der jeweiligen Einspritzung in den Brennraum durch eine Erhöhung der Düsenadelschließgeschwindigkeit im Kraftstoffinjektor erzielen.

[0005] Eine Variation der Düsenadel/Druckstangenschließgeschwindigkeit läßt eine Anpassung des Injektorverhaltens an den Öffnungskraftverlauf an der Einspritzdüse zu. Insbesondere kann die Kleinstmengenfähigkeit eines Kraftstoffinjektors durch exakte Einhaltung der Öffnungs- bzw. der Schließzeitpunkt am Kraftstoffinjektor verbessert werden. Die erfindungsgemäße Lösung bietet einen zusätzlichen Freiheitsgrad zur Anpassung des Einspritzsystems an das Verhalten der jeweiligen Verbrennungskraftmaschine, an der es zum Einsatz kommen soll.

[0006] Neben der Ausführungsvariante, zwei oder mehrere vertikal übereinander oder schräg zueinander orientierte Bohrungen in einem Ventilstück eines Servoventils als Zulaufdrosseln einzusetzen, läßt sich die Zulaufdrossel auch als schlitzförmiger Spalt, der im wesentlichen in Längsrichtung – parallel zur durch den Steuerraum betätigenden Düsenadel – verlaufend anordnen. Neben einer spaltförmig ausgeführten Zulaufdrossel läßt sich diese auch als trapezförmig oder dreieckförmig konfigurierte Öffnung in der Begrenzungswand eines Steuerzuges im Injektorkörper ausbilden.

[0007] Werden zwei Öffnungen als Zulaufdrossel in den Steuerraum ausgebildet, stellt sich eine gestufte Düsenadel/Druckstangenbewegungsgeschwindigkeit, abhängig von der Anzahl und Lage der Öffnungen zueinander im Steuerraum ein. Damit hängt das Freigeben oder das Verschließen der Öffnungen der Zulaufdrossel vom Hub der Düsenadel bzw. des Stößels oder Druckstangen im Steuerraum ab. Mit einer schlitz- oder spaltförmig konfigurierten Zulaufdrosselöffnung in einer Wandung des Ventilstücks, welche den Steuerraum im Injektor begrenzt, kann der Druckaufbau im Steuerraum kontinuierlich erfolgen. Damit läßt sich eine nahezu beliebige Formung des jeweiligen Einspritzverlaufes erzielen, wodurch der Kraftstoffinjektor an individuelle Vorgaben des jeweiligen Herstellers der Verbrennungskraftmaschine angepaßt werden kann.

### Zeichnung

[0008] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend detaillierter beschrieben. Es zeigt:

[0009] Fig. 1 eine Ausführungsvariante eines bekannten Servoventils an einem Kraftstoffinjektor,

[0010] Fig. 2 verschiedene Nadelhubverläufe, abhängig von Auslegungsverhältnis von Ablauf zu Zulaufdrosselquerschnitt am Steuerraum,

[0011] Fig. 3.1, 3.2 Düsenadelöffnungs- und Düsenadelschließgeschwindigkeitsverläufe

[0012] Fig. 4 ein Servoventil mit Zulaufdrossel-Bohrungen,

[0013] Fig. 5.1, 5.2 abhängig von der Drosselöffnung sich einstellende Nadelhubverläufe,

[0014] Fig. 6 eine Ausführungsvariante des Servoventils gemäß Fig. 4 mit direktem Steuerzugaufbau und

[0015] Fig. 7 eine Ausführungsvariante des Servoventils gemäß Fig. 6 mit Steuerzugaufbau durch die Düsenadel.

### Ausführungsvarianten

[0016] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsvariante eines aus dem Stand der Technik bekannten Servoventils an einer

# Kraftstoffeinspritzeinrichtung

[0017] Ein Kraftstoffinjektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, der hier im Detail nicht näher dargestellt ist, umfaßt ein Servoventil 2. Das Servoventil 2 umfaßt einerseits ein Ventilstück 3, welches einen Steuerraum 4 umschließt. Der Steuerraum 4 wird einerseits durch eine Begrenzungswandung 5 des Ventilstücks 3 und andererseits von einer Stirnfläche 9 einer Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 begrenzt. Der Steuerraum 4 wird über eine Zulaufdrossel 6 mit einem unter hohem Druck stehenden Steuervolumen befüllt, wobei in der Zulaufdrossel 6 ein Zulaufdrosselquerschnitt  $Z_0$  (23) ausgebildet ist. Die Druckentlastung des Steuer-raums 4 des Servoventils 2 erfolgt über eine Ablaufdrossel 7, deren Ablaufdrosselquerschnitt  $A_0$  mit Bezugszeichen 22 gekennzeichnet ist. Je nach Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung des Steuer-raumes 4 wird der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 eine Bewegung in Bewegungs-richtung 11 gemäß des Doppelpfeils in Fig. 1 aufgeprägt. Damit fährt die Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 entweder in ihren hier nicht dargestellten Düsenadelsitz ein und verschließt die Einspritzöffnungen zum Brennraum der Verbrennungskraftmaschine, oder die Stirnseite 9 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 fährt in den Steuer-raum 4 bei dessen Druckentlastung durch die Ablaufdrossel 7 ein und gibt die hier nicht dargestellten Einspritzöffnungen zum Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine frei, so daß Kraftstoff zur Einspritzung gelangt.

[0018] Fig. 2 zeigt verschiedene Nadelhubverläufe, aufgetragen jeweils abhängig vom Auslegungsverhältnis von Ablaufdrosselquerschnitt zu Zulaufdrosselquerschnitt.

[0019] In durchgezogenen Linien ist in Fig. 2 der sich im Normalfall einstellende trapezförmig verlaufende Nadelhubweg, aufgetragen über der Zeitachse, wiedergegeben. Je nach Auslegungsverhältnis von Ablaufdrosselquerschnitt  $A_0$  zu Zulaufdrosselquerschnitt  $Z_0$  ergibt sich eine dem durchgezogenen Linienzug entsprechende Hubbewegung einer Düsennadel.

[0020] Bei Auslegung der Ablaufdrossel 7 mit Ablaufdrosselquerschnitt  $A_0$ , Bezugszeichen 22, und einem kleineren Querschnitt  $Z$  der Zulaufdrossel 6 stellt sich eine dem gestrichelten Kurvenzug 24 entsprechende Düsennadelhubbewegung ein, welche durch eine höhere Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel charakterisiert ist. Allerdings erfolgt gemäß des gestrichelt wiedergegebenen Linienzuges 24 ein im Vergleich zum trapezförmig konfigurierten Linienzug 21 langsames Schließen der Düsennadel.

[0021] Wird der Zulaufdrosselquerschnitt  $Z$  im Vergleich zum mit Bezugszeichen 23 gekennzeichneten Zulaufdrosselquerschnitt  $Z_0$  in einem größeren Querschnitt ausgeführt, so ergibt sich eine Düsennadelhubbewegung entsprechend des strichpunktierten Linienzuges 25. Dieser Linienzug ist durch eine langsamere Öffnungsbewegung der Düsennadel gekennzeichnet; allerdings läßt sich bei dieser Auslegungsvariante ein schnelleres Nadelschließen gemäß des strichpunktierten Linienzuges erreichen.

[0022] Die Fig. 3.1 bzw. 3.2 zeigen die der Fig. 2 entsprechenden Düsennadel/Druckstangen-Anordnungsbewegungsgeschwindigkeiten.

[0023] In Fig. 3.1 ist die Düsennadelgeschwindigkeit über dem Querschnittsverhältnis von Ablaufdrossel/Zulaufdrossel wiedergegeben. Die Düsennadelgeschwindigkeit, welche dem Basisfall 21 gemäß Fig. 2 entspricht, d. h. einem Auslegungsverhältnis der Querschnitte von Ablaufdrossel 7 zu Zulaufdrossel 6  $A_0/Z_0$  führt zu einer Düsennadelgeschwindigkeit gemäß der Geraden, welche in Fig. 3.1 mit Bezugszeichen 33 gekennzeichnet ist. Bei einer Vergrößerung des Querschnitts der Ablaufdrossel gemäß der Quer-

schnittszunahme 32 stellt sich eine höhere Düsennadelbewegungsgeschwindigkeit entsprechend der gestrichelten Geraden 34 gemäß Fig. 3.1 ein. Eine Erhöhung des Verhältnisses  $A/Z$  durch Vergrößerung des Ablaufdrosselquerschnittes führt zu einer Steigerung der Nadelgeschwindigkeit.

[0024] In Fig. 3.2 ist die Schließgeschwindigkeit der Düsennadel über dem Querschnitt der Zulaufdrossel aufgetragen.

[0025] Aus der Darstellung gemäß Fig. 3.2 geht hervor, daß im Schließfalle die Düsennadelbewegungsgeschwindigkeit im Kraftstoffinjektor entsprechend der Geraden 38 verläuft und mit ansteigendem Zulaufdrosselquerschnitt zunimmt.

[0026] Fig. 4 zeigt ein erfindungsgemäß konfiguriertes Servoventil, dessen Zulaufdrossel durch ein erstes Zulaufdrossелеlement sowie ein zweites Zulaufdrossелеlement gebildet sind.

[0027] Im Unterschied zur aus Fig. 1 bekannten Anordnung aus dem Stand der Technik wird gemäß Fig. 4 der Steuerraum 4 über ein Zulaufdrossелеlement 6 gefüllt, welches aus zwei in Bewegungsrichtung 11 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 im Ventilstück 3 gesehen, zwei übereinanderliegenden Bohrungen gebildet wird. Das erste Zulaufdrossелеlement 41 sowie das darüberliegend angeordnete zweite Zulaufdrossелеlement 42 sind als übereinanderliegende Bohrungen ausgebildet, die jeweils einen Querschnitt 43 aufweisen. Es ist ebenfalls möglich, das erste Zulaufdrossелеlement 41 mit einem vom Querschnitt des zweiten Zulaufdrossелеlements 42 unterschiedlichen Querschnitt, d. h. mit einem größeren oder kleineren Durchmesser zu fertigen. Je nach Wahl der Durchmesser im ersten Zulaufdrossелеlement 41 bzw. zweiten Zulaufdrossелеlement 42 lassen sich individuelle Schließ- bzw. Öffnungsgeschwindigkeitscharakteristiken abhängig vom Überdeckungsgrad des ersten bzw. zweiten Zulaufdrossелеlements 41 bzw. 42 durch eine Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 erzielen. Bezugszeichen 51 kennzeichnet die vertikale Anordnung des ersten Zulaufdrossелеlements 41 ( $Z_1$ ) und des zweiten Zulaufdrossелеlements 42 ( $Z_2$ ). Der Düsennadelhub ist mit Bezugszeichen 40 gekennzeichnet und abhängig von den Druckverhältnissen im Steuerraum 4, der von den Begrenzungswänden 5 des Ventilstücks 3 begrenzt ist. Ein Teil des Ventilstücks 3 fungiert als Düsennadel/Druckstangen-Führung 10. Die Symmetrielinie des Ventilstücks 3 ist mit Bezugszeichen 12 gekennzeichnet.

[0028] Die Fig. 5.1 bzw. 5.2 zeigen abhängig von der Drosselöffnungsüberdeckung sich einstellende Hubverläufe der Düsennadel.

[0029] Gemäß der Darstellung in Fig. 5.1 wird der Steuerraum 4 innerhalb des Ventilstücks 3 zunächst lediglich durch die Zulaufdrossel 2 ( $Z_2$ ), d. h. das zweite Drossелеlement 42 befüllt. Es stellt sich ein erster Hub der Düsennadel 1, der mit  $h_1$  gekennzeichnet ist. Bei weiterer Abwärtsbewegung der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 je nach Druckaufbau im Steuerraum 4 gibt die Mantelfläche der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 bei ihrer Abwärtsbewegung das erste Zulaufdrossелеlement 41 ( $Z_1$ ) frei, so daß der Steuerraum 4 nunmehr parallel durch das erste Zulaufdrossелеlement 41 sowie das zweite Zulaufdrossелеlement 42 befüllt wird. Durch die parallele Druckbeaufschlagung des Steuer-raums 4 wird der Düsennadel 8, bedingt durch den Druckaufbau an deren Stirnfläche 9 der maximale Hubweg  $h_{max}$  mit erhöhter Nadelschließgeschwindigkeit  $v_N$  aufgeprägt.

[0030] Fig. 5.2 zeigt den sich einstellenden Düsennadel/Druckstangenhub während eines Arbeitsspiels.

[0031] Mit Bezugszeichen 21 ist der Basisfall gekenn-

zeichnet (vgl. Darstellung gemäß Fig. 2). Gemäß dieser Variante ist lediglich eine Zulaufdrossel 6 vorgesehen, die in einem bestimmten Auslegungsquerschnitt  $A_0$  (22) ausgelegt ist. In gestrichelter Darstellung ist der sich mit der erfindungsgemäßen Lösung einstellende Düsennadelhub gekennzeichnet. Da der Steuerraum 4 zunächst lediglich über die Zulaufdrossel  $Z_2$ , d. h. das zweite Zulaufelement 42 beaufschlagt wird, stellt sich ein allmählicher Druckanstieg im Steuerraum 4 ein, der zu einem Ausfahren der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung in einer ersten Öffnungsgeschwindigkeit aus dem Steuerraum 4 resultiert, d. h. die Düsennadel verschließt die Einspritzöffnungen.

[0032] Während der Schließphase der Düsennadel, d. h. der Ausfahrphase der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung aus dem Steuerraum 4 stellen sich demnach zwei Geschwindigkeiten ein. Die erste Geschwindigkeit entspricht dem Druckanstieg im Steuerraum 4 durch dessen Beaufschlagung lediglich über das zweite Zulaufdrosselement 42 ( $Z_2$ ) sobald die Abwärtsbewegung der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 das erste Zulaufdrosselement 41 ( $Z_1$ ) freigibt, stellt sich ein wesentlich stärkerer Druckanstieg im Steuerraum 4 ein, so daß die Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel 8 gemäß des strichpunktierten Abschnitts 46 in Fig. 5.2 erfolgt.

[0033] Nach vollständigem Öffnen der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8, d. h. Erreichen des Höchstdruckes innerhalb des Steuerraums 4 des Ventilstücks 3, stellt sich eine Haltephase 47 ein. Wird der Steuerraum 4 durch Öffnen der Ablaufdrossel 7 druckentlastet, so fährt die Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 mit ihrer Stirnseite 9 entsprechend des Druckabbaus im Steuerraum 4 in diesen wieder hinein. Während des Einfahrens der Stirnseite 9 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 in Steuerraum 4 wird zunächst die Mündung des ersten Zulaufdrosselements 41,  $Z_1$ , von der Mantelfläche der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 verschlossen, so daß durch deren Verschließen ein Nachströmen von Steuervolumen in den Steuerraum 4 ausgeschlossen wird, d. h. die Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 fährt schneller in den Steuerraum 4 ein.

[0034] In Fig. 6 ist eine Ausführungsvariante eines Servoventils gemäß Fig. 4 dargestellt, dessen Zulaufdrossel als im wesentlichen rechteckförmig konfigurierter Spalt gestaltet ist.

[0035] Alternativ zur Ausgestaltung der Zulaufdrossel 6 mit zwei übereinanderliegenden Drosselementen 41 bzw. 42 gemäß der Darstellung in Fig. 4, ist in Fig. 6 eine Ausgestaltungsvariante wiedergegeben, bei der die Zulaufdrossel 6 als ein in Bewegungsrichtung 11 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 orientierter, im wesentlichen rechteckförmig konfigurierter Öffnung 50 ausgebildet ist. Diese Ausgestaltungsvariante erlaubt eine nahezu kontinuierliche Veränderung der Zulaufdrossel 6 über den Nadelhub 40. Mit dieser Maßnahme kann ein nahezu beliebiger Einspritzverlauf erzeugt werden, da sich der Querschnitt der Zulaufdrossel 6 mit dem Nadelhub stetig vergrößert, so daß ein rapider Druckaufbau im Steuerraum 4 und damit eine drastische Erhöhung der Düsennadel/Druckstangenschließgeschwindigkeit erzielbar ist. Neben einer Ausgestaltungsvariante der Zulaufdrossel 6 als schlitzförmig gestalteter, in Bewegungsrichtung der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 konfigurierter Spalt und/oder einer Anordnung zweier übereinanderliegender Zulaufdrosselemente 41 ( $Z_1$ ) bzw. 42 ( $Z_2$ ) in vertikaler Anordnung 51 können die als erstes Zulaufdrosselement 41 ( $Z_1$ ) bzw. als zweites Zulaufdrosselement 42 ( $Z_2$ ) fungierenden Bohrungen auch in einer versetzten Schräglage zueinander, gekennzeichnet durch Bezugszeichen 52 im Ventilstück 3 ausgebildet werden.

[0036] Fig. 7 zeigt eine Ausführungsvariante des Servoventils gemäß Fig. 4, welche eine Umkehr des Nadel-schließverhaltens erlaubt.

[0037] Gemäß dieser Ausführungsvariante ist die Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 mit einem Kolbenabschnitt 53 versehen, welchem sich ein im Durchmesser verjüngter Bereich anschließt, welcher mit der Führungswandung 10 des Ventilstücks 3 einen Ringraum 54 bildet. Die Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 gemäß der Darstellung in Fig. 7 ist von einer an der Stirnfläche 9 mündenden und mit dem Ringraum 54 in Verbindung stehenden Bohrung durchzogen. Gemäß dieser Ausführungsvariante kann die Zulaufdrossel 6 ebenfalls mit einem spaltförmig konfigurierten Querschnitt ausgelegt sein, der sich parallel zur Bewegungsrichtung 11 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 im Ventilstück 3 erstreckt. Alternativ können auch ein erstes Zulaufdrosselement und ein zweites Zulaufdrosselement 41 ( $Z_1$ ) bzw. 42 ( $Z_2$ ) in Vertikalanordnung 51 im Querschnitt 43 übereinanderliegend im Ventilstück 3 ausgebildet sein. Mit dieser Ausführungsvariante wird als Funktion des Nadelhubes 40 der Querschnitt der Zulaufdrossel 6 vergrößert. Dadurch wird eine hohe Anfangsgeschwindigkeit erzielt, die bei Erreichung des Endhubes abnimmt. Das Schließen der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 erfolgt sehr schnell, da in diesem Falle die Zulaufdrossel 6 maximal geöffnet ist. Gemäß dieser Ausführungsvariante wird der Steuerraum 4 innerhalb des Ventilstücks 3 mittelbar über einen indirekten Steuerraumzulauf, der sich durch den Kolbenabschnitt 53 der Düsennadel/Druckstangen-Anordnung 8 zieht, mit Steuervolumen beaufschlagt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Kraftstoffinjektor
- 2 Servoventil
- 3 Ventilstück
- 4 Steuerraum
- 5 Begrenzungswandung
- 6 Zulaufdrossel
- 7 Ablaufdrossel
- 8 Düsennadel/Druckstangen-Anordnung
- 9 Stirnfläche
- 10 Düsennadel/Druckstangen-Führung
- 11 Bewegungsrichtung
- 12 Symmetrielinie
- 20 Hubverlauf
- 21 Basisfall
- 22 Ablaufdrosselquerschnitt  $A_0$
- 23 Zulaufdrosselquerschnitt  $Z_0$
- 24 Nadelhub  $Z < Z_0$
- 25 Nadelhub  $Z > Z_0$
- 30 Nadelgeschwindigkeit  $v_N$  Öffnungsfall
- 31 Querschnittsverhältnis  $A/Z$
- 32 Querschnittszunahme  $A$
- 33 1. Öffnungsgeschwindigkeitsverlauf
- 34 2. Öffnungsgeschwindigkeitsverlauf
- 35 3. Öffnungsgeschwindigkeitsverlauf
- 36 Nadelgeschwindigkeitsverlauf  $v_N$  Schließfall
- 37 Zulaufdrosselfläche
- 38 Schließgeschwindigkeitsverlauf
- 40 Nadelhub
- 41 erste Zulaufdrossel
- 42 zweite Zulaufdrossel
- 43 Drosselquerschnitt
- 44 Nadelhubverlauf
- 45 Öffnungsphase
- 46 Öffnungsgeschwindigkeitssteigerung

- 47 Haltephase
- 48 Schließverlauf
- 50 schlitzförmiger Drosselquerschnitt
- 51 vertikale Drosselanordnung
- 52 versetzte Drosselanordnung
- 53 Kolbenabschnitt
- 54 Ringraum
- 55 indirekter Steuerraumzulauf

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Einspritzsysteme an Verbrennungskraftmaschinen mit einem Servoventil (2), welches ein Ventilstück (3) umfaßt, das einen Steuer-  
raum (4) begrenzt, dessen Druckentlastung über eine  
Ablaufdrossel (7) und dessen Druckbeaufschlagung  
über eine Zulaufdrossel (6) erfolgen und bei Druckent-  
lastung/Druckbelastung einer Düsenadel/Druckstan-  
gen-Anordnung (8) eine Hubbewegung (11) in der  
Kraftstoffeinspritzeinrichtung aufgeprägt wird, **da-  
durch gekennzeichnet**, daß der Steuerraum (4) durch  
eine Zulaufdrossel (6) beaufschlagt ist, deren Quer-  
schnitt (43, 50) sich abhängig vom Hubweg (40) einer  
Düsenadel/Druckstangen-Anordnung (8) ändert. 15
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, 25  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zulaufdrossel (6) in  
Längsrichtung der Düsenadel/Druckstangen-Anord-  
nung (8) wirksam im Ventilstück (3) ausgebildet ist.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zulaufdrossel (6) ein  
erstes Zulaufdrosselement (41) und ein zweites Zu-  
laufdrosselement (42) umfaßt. 30
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite  
Zulaufdrosselement (41, 42) als Bohrungen im Ven-  
tilstück (3) ausgebildet sind. 35
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite  
Zulaufdrosselement (41, 42) in Bewegungsrichtung  
(11) der Düsenadel/Druckstangen-Anordnung (8) 40  
übereinanderliegend ausgebildet sind.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselquerschnitte  
(43) des ersten Zulaufdrosselementes (41) und des  
zweiten Zulaufdrosselementes (42) einander entspre-  
chen. 45
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (43) des  
ersten Zulaufdrosselementes (41) größer ist als derje-  
nige des zweiten Zulaufdrosselementes (42). 50
8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (43) des  
zweiten Zulaufdrosselementes (42) größer ist als der-  
jenige des ersten Zulaufdrosselementes (41).
9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 4, 55  
dadurch gekennzeichnet, daß das erste Zulaufdrossel-  
element (41) und das zweite Zulaufdrosselement (42)  
in versetzter Lage (52) am Ventilstück (3) ausgebildet  
sind.
10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, 60  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zulaufdrossel (6) als  
schlitzförmiger Zulaufdrosselspalt (50) im Ventilstück  
(3) ausgebildet ist.
11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch  
10, dadurch gekennzeichnet, daß der schlitzförmig 65  
konfigurierte Zulaufdrosselspalt (50) rechteckförmig,  
sich in Bewegungsrichtung (11) der Düsenadel/  
Druckstangen-Anordnung (8) erstreckend, ausgebildet

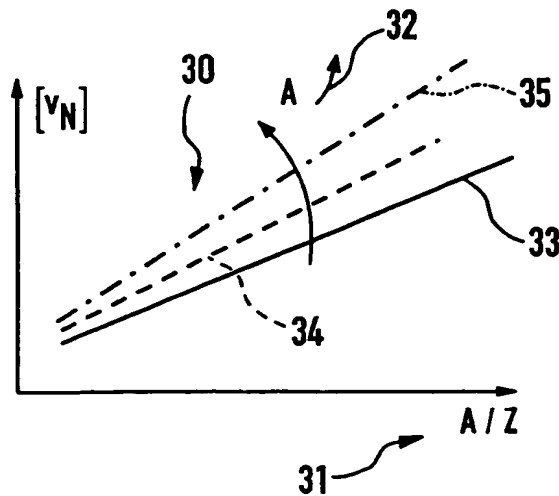
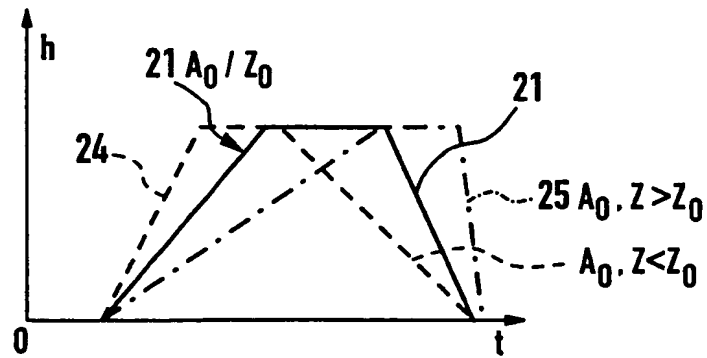
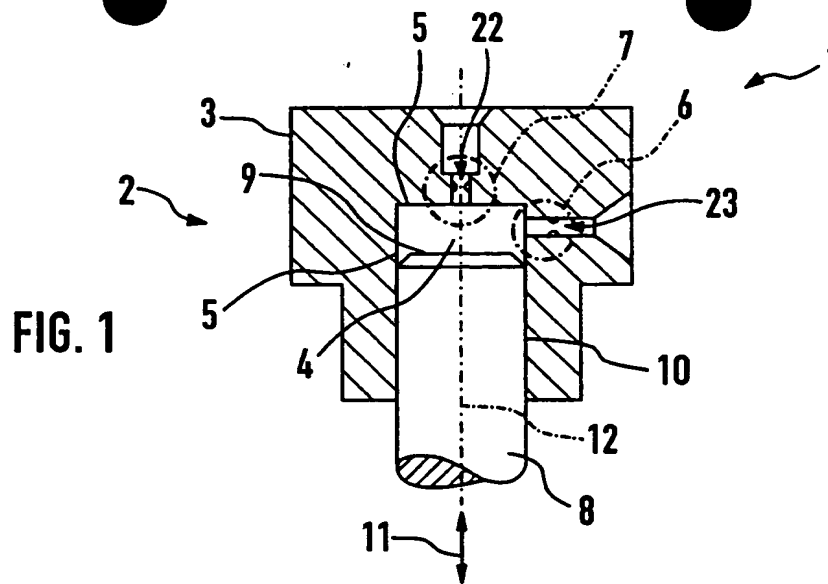
ist.

12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch  
10, dadurch gekennzeichnet, daß der schlitzförmige  
Zulaufdrosselspalt (50) trapezförmig ausgebildet ist.
13. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch  
12, dadurch gekennzeichnet, daß die kurze Seite des  
trapezförmigen Zulaufdrosselspaltes (50) dem ein-  
spritzdüsenseitigen Ende der Düsenadel/Druckstan-  
gen-Anordnung (8) zuweist.
14. Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch  
12, dadurch gekennzeichnet, daß die längere Seite des  
trapezförmigen Zulaufdrosselspaltes (50) dem ein-  
spritzdüsenseitigen Ende der Düsenadel/Druckstan-  
gen-Anordnung (8) zuweist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



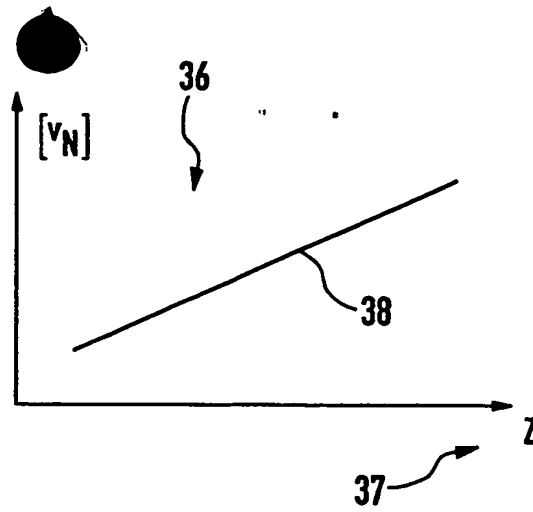


FIG. 3.2

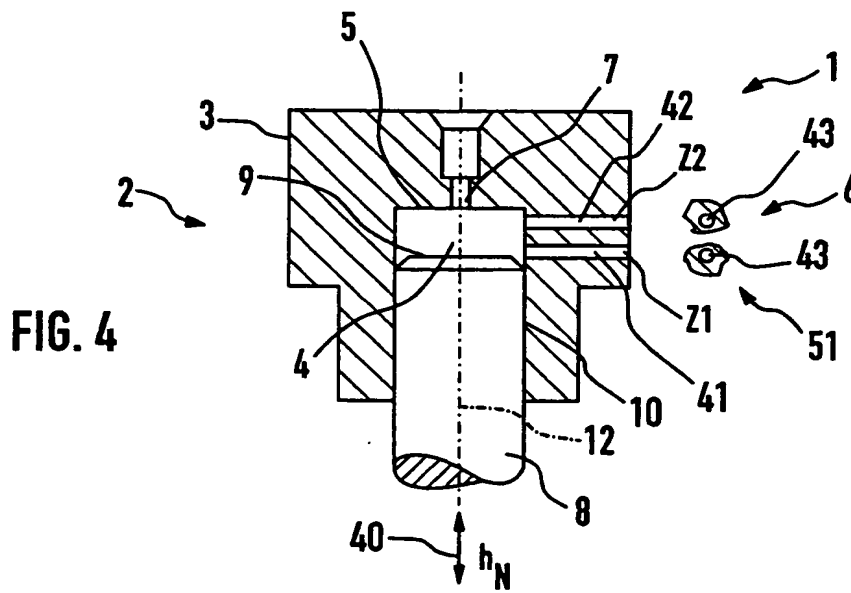


FIG. 4

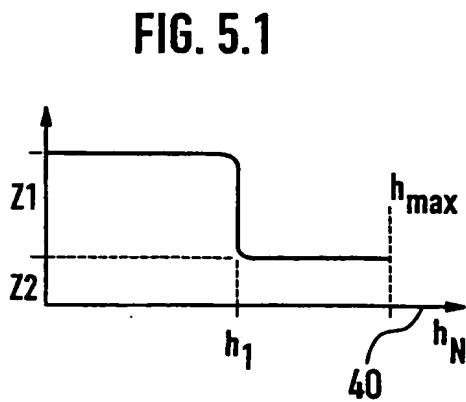


FIG. 5.1

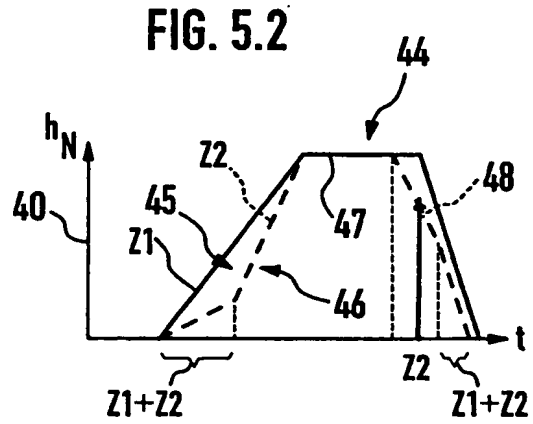


FIG. 5.2

FIG. 6

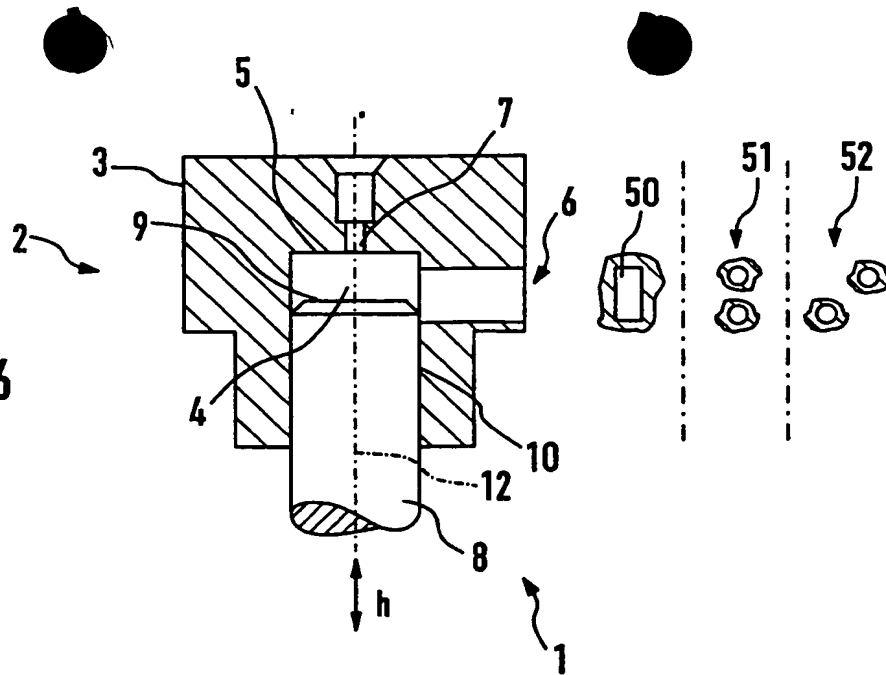


FIG. 7

